

УДК 681.511.22, 535.66

Арапова С. П., Арапов С. Ю., Мезенцева С. Г.
УрФУ, г. Екатеринбург, Россия

Управляемый мультиспектральный светодиодный кластер для репродукционных исследований

Аннотация

В статье описан лабораторный осветительный прибор, представляющий собой мультиспектральный кластер на основе стандартных светоизлучающих диодов мощностью 1–3 Вт. Конструкция кластера даёт возможность быстрой замены излучающих компонентов. Спектральный состав излучения кластера может быть легко изменён под конкретную исследовательскую задачу. Управление яркостью компонентов осуществляется автоматизированной системой на основе драйверов с широтно-импульсной модуляцией. Разработанный кластер предназначен для мультиспектральной фотосъёмки и просмотра полиграфических оттисков в процессе колориметрических исследований. В этом случае, с помощью автоматизированной системы управления кластером, могут моделироваться стандартные источники освещения.

Ключевые слова: колориметрия, мультиспектральная фотосъёмка, светоизлучающий диод, автоматизированное управление.

Arapova S. P., Arapov S. Yu., Mezentseva S. G.
UrFU, Ekaterinburg, Russia

Controlled multispectral led cluster for imaging research

Abstract

The article describes laboratory light source, which represents a multi-spectral cluster based on a standard LED with a capacity of 1–3 W. The design of the cluster makes possible fast replacement emitting components. The spectral power distribution of the cluster can be easily modified for a specific research task. Brightness control components is performed with an automated system based on the drivers with pulse width modulation. Developed by the cluster is intended for multi-spectral
© Arapova S. P., Arapov S. Yu., Mezentseva S. G., 2016

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

photography and to view printing images in the process of colorimetric research. In this case, using the automated control system of the cluster can be modeled with standard light sources.

Keywords: colorimetry, multispectral imaging, a light emitting diode, automated management.

Введение

Источники освещения являются важнейшим элементом системы цветового восприятия человека. Их воздействие на зрительную систему формирует яркостную и хроматическую адаптацию, изменение спектрального состава освещения может существенно изменять цвета отражающих объектов. Устройства на основе светоизлучающих диодов (СИД) обладают широкими возможностями управления спектром излучения [1]. В этом контексте, выделить два дополняющих друг друга направления научно-технических исследований.

Во-первых — создание специализированных условий освещения для изучения цветового восприятия [2]. Сюда же следует отнести задачи получения спектров, близких к стандартным источникам международной комиссии по освещению (МКО) [2; 3], поскольку их классификация и стандартизация осуществлялась прежде всего с позиций восприятия света человеком.

Во-вторых — использование СИД для создания условий освещения, оптимальных в различных практических задачах [4–6]. На основе СИД возможно техническое решение такой задачи как мультиспектральная фотосъёмка. По сравнению с системами на базе различных фильтров [7; 8], мультиспектральное освещение имеет ряд преимуществ. Отсутствие механической смены фильтров увеличивает скорость работы и уменьшает колебания всей системы. Упрощается совмещение снимков. В отличие от СИД, применение интерференционных фильтров осложняется сильной зависимостью спектра пропускания от угла падения светового потока. По отношению к поглощающим фильтрам СИД обеспечивают лучшую спектральную избирательность.

Таким образом цель данной работы разработка мультиспектрального кластера (МК), позволяющего решать перечисленные задачи.

1. Конструкция кластера

Конструкция МК представлена на фотографиях (рис. 1–2). В основу МК положена возможность замены компонентов в зависимости от задачи. На платформе-радиаторе размером 100 на 100 мм (1 на рис. 1) с помощью прижимов с контактами (2 на рис. 1) могут быть закреплены до 16 СИД мощностью 1–3 Вт, распаянных на стандартной алюминиевой плате «звезда» (3 на рис. 1).



Рис. 1. Конструкция излучателя: 1 – платформа-радиатор МК с закреплёнными на ней СИД; 2 – пластмассовый прижим; 3 – контактные площадки; 4 – СИД, распаянный на стандартной платформе «звезда»

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

Светодиоды обладают различными рабочими напряжениями и токами. СИД излучающие в коротковолновой и средне-волновой части видимого диапазона как правило требуют рабочих напряжений 3,0–3,7 В, в то время как длинноволновые СИД – около 2,5 В. Для сопряжения таких неоднородных элементов со стандартными источниками питания предусмотрена система коммутации, позволяющая объединять отдельные светодиоды в последовательные цепочки (1 на рис. 2).

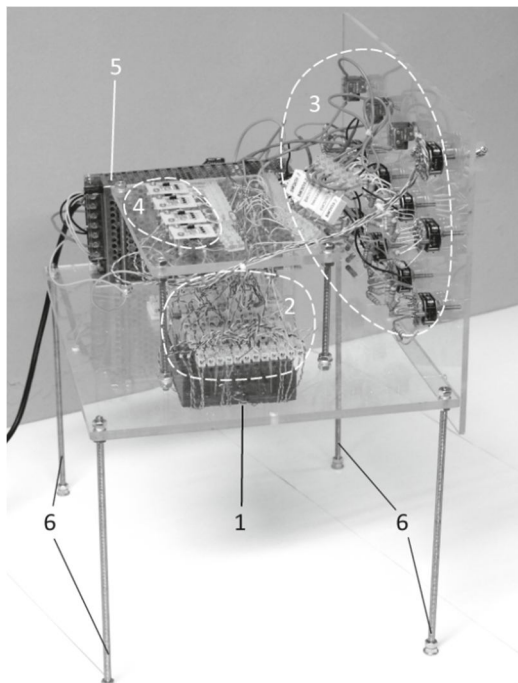


Рис. 2. Системы МК, обеспечивающие работу СИД: 1 – платформа-радиатор МК с закреплёнными на ней СИД; 2 – система коммутации СИД; 3 – система регулируемых балластных сопротивлений; 4 – блоки ШИМ-драйверов СИД; 5 – основной блок питания; 6 – стойки для крепления различных вариантов отражателей и рассеивателей. Дополнительные DC-DC преобразователи расположены за блоком питания 5 и на фото не видны

Питание МК осуществляет импульсный источник мощностью 150 Вт со стабилизированным напряжением 12 В (4 на рис. 2). Рабочие токи в цепочках СИД, включаемых в МК, ограничиваются в зависимости от их мощности набором дискретно-регулируемых балластных сопротивлений (2 на рис. 2).

В конструкции МК также предусмотрено несколько DC-DC преобразователей (5 на рис. 2), позволяющих создать оптимальный набор питающих напряжений и уменьшить мощность, рассеиваемую на балласте.

2. Система управления кластером

Конструкция МК позволяет объединять элементы в типовые цепи, подобные представленной на схеме рис. 3. Управление яркостью СИД в такой цепи может осуществляться автоматизированном режиме. Регулировка яркости СИД осуществляется с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ), на основе драйвера WS2811D и полевых транзисторов IRLML2502, которые позволяют коммутировать токи около 4 А в постоянном режиме, и до 30 А – в импульсном. Сопротивление открытого IRLML2502 составляет 0,045 Ом. Этих параметров более чем достаточно для управления цепочками из СИД мощностью по 3 Вт с общим током около 700 мА.

Блоки ШИМ-драйверов объединены в последовательную цепочку. Выход первого блока подключается к входу второго и т. д. В этой цепи осуществляется передача данных о требуемых значениях скважностей ШИМ в каждом из каналов блоков драйверов. Протокол последовательной передачи данных описан в документации на микросхему WS2811.

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

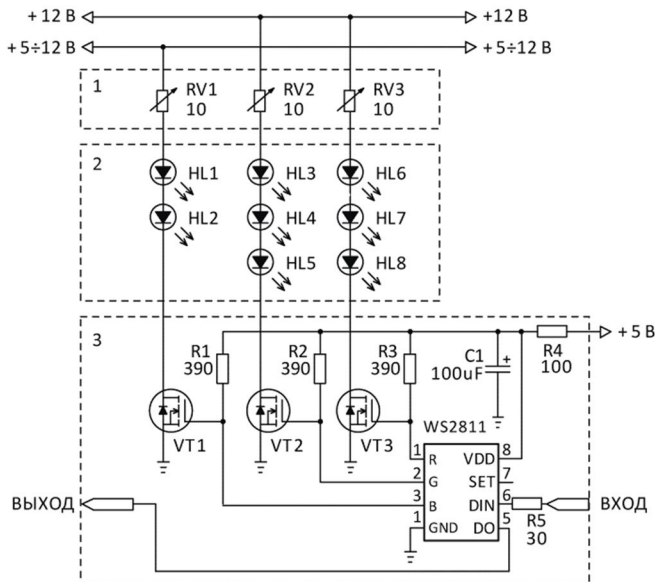


Рис. 3. Схема управления яркостью СИД. 1 — система коммутации СИД, 2 — система регулируемых балластных сопротивлений. 3 — блок ШИМ-драйверов СИД.

Кодирование и передача данных на вход первого блока МК в цепочке осуществляется микроконтроллером ATmega328P по команде из управляющего компьютера.

3. Полученные фотометрические параметры

Спектральные характеристики испытанного состава компонентов МК, приведены на рис. 4. Для удобства спектры всех хроматических СИД (за исключением белого) нормированы на единицу. Белый СИД для удобства нормирован на значение 0,5, поскольку часть его спектра практически полностью совпадает со спектром синего СИД.

Распределение спектров СИД по видимому диапазону достаточно равномерное и позволяет решать задачи мультиспектральной фотосъёмки. Для наилучшего синтеза спектров стандартных источников серии D возможно дополнение МК СИД с

доминирующей длиной волны 470 нм, заполняющего промежуток между спектрами 4 и 5 (рис. 4), а также замена белого СИД (9 на рис. 4) на «тёплый белый», со значительно меньшим коротковолновым пиком.

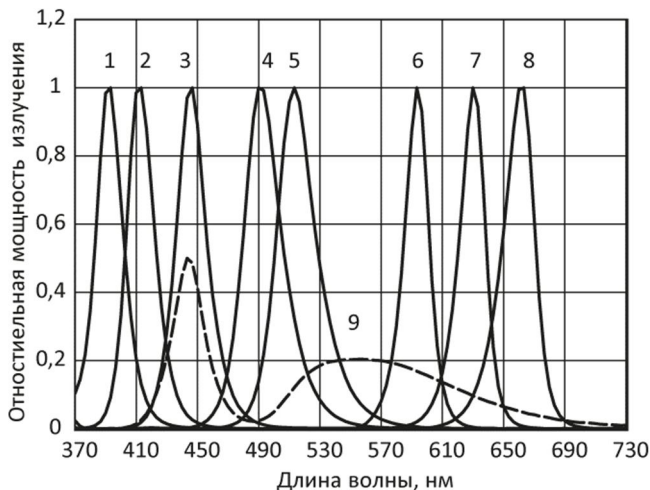


Рис. 4. Нормированные спектры компонентов МК: 1–8 – спектры хроматических СИД, 9 – спектр белого СИД

Благодаря гибким решениям, заложенным в конструкцию МК, эти модификации достаточно легко реализуемы. Спектральный состав излучения вообще не следует относить к «неизменным» характеристикам описанного прибора, поскольку набор СИД может быть легко изменён под конкретную задачу.

Выводы

На основе стандартных хроматических и белых светодиодов мощностью 1–3 Вт разработан мультиспектральный светодиодный кластер с возможностью быстрой замены излучающих компонентов. Спектральный состав излучения кластера может быть легко изменён под конкретную исследовательскую задачу.

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

Разработанный кластер был опробован, в экспериментах по мультиспектральной фотосъемке. Кроме того, кластер может применяться для просмотра полиграфических оттисков и др. окрашенных отражающих предметов в процессе колориметрических исследований. В этом случае, с помощью автоматизированной системы управления, кластером могут моделироваться стандартные источники освещения.

Список литературы

1. Полихромные спектрально-перестраиваемые осветительные приборы со светодиодами: опыт разработки и применения / Аладов А. В. и др. // Светотехника. 2013. № 5–6. Р. 34–39.

2. Осветительная установка НИСТ с регулируемым спектром для исследований в области цветопередачи / Даулинг К. и др. // Светотехника. 2009. № 5. С. 37–40.

3. К моделированию стандартных источников света светодиодными модулями / Гутцайт Э.М. et al. // Светотехника. 2013. № 4. С. 61–66.

4. Сергеев И. К. Перспективные разработки ОАО «ПО «УОМЗ» в области световых приборов со светодиодами // Светотехника. 2011. № 3. С. 23–29.

5. Светодиодный модуль с регулируемой цветовой температурой / Бадгутдинов М. Л. и др. // Светотехника. 2008. № 6. С. 15–17.

6. Светодиодное устройство с улучшенной цветопередачей / Гальчина Н. А. и др. // Светотехника. 2013. № 1. С. 32–34.

7. Liang H., Saunders D., Cupitt J. A New Multispectral Imaging System for Examining Paintings // J. Imaging Sci. Technol. 2005. Vol. 49. № 6. Р. 551–562.

8. Арапов С. Ю., Арапова С. П., Тягунов А. Г. Экспериментальный комплекс мультиспектральной фотосъемки на основе стандартной цифровой камеры // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2014. № 5. С. 45–54.

УДК 004.93'12